

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 28 937.9
Anmeldetag: 28. Juni 2002
Anmelder/Inhaber: Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
Hamburg/DE
Bezeichnung: Elektrolumineszierende Vorrichtung mit verbesserter
Lichtauskopplung
IPC: H 01 L 51/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



BESCHREIBUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtung mit verbesserter Lichtauskopplung

Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat und einen Schichtkörper aus einer ersten Elektrode, einer elektrolumineszierenden

5 Schicht und einer zweiten Elektrode aufweist.

Elektronisch angesteuerte Anzeigesysteme sind in verschiedenen Ausführungsformen auf der Basis verschiedener Prinzipien bekannt und weit verbreitet.

- 10 Ein Prinzip verwendet organische licht-emittierende Dioden, sogenannte OLEDs, als Lichtquelle. Organische licht-emittierende Dioden sind aus mehreren Funktions-
- schichten aufgebaut. In „Philips Journal of Research, 1998, 51, 467“ ist ein typischer Aufbau einer OLED beschrieben. Ein typischer Aufbau umfasst eine Schicht ITO (Indium Tin Oxide) als transparente Elektrode (Anode), eine leitende Polymerschicht,
- 15 eine elektrolumineszierende Schicht, d. h. eine Schicht aus einem lichtemittierenden Material, insbesondere aus einem lichtemittierenden Polymer, und eine Elektrode aus einem Metall, vorzugsweise ein Metall mit geringer Austrittsarbeit, (Kathode). Ein
- derartiger Aufbau ist üblicherweise auf einem Substrat, meist Glas, aufgebracht. Durch das Substrat erreicht das erzeugte Licht den Betrachter. Eine OLED mit einem licht-
- 20 emittierenden Polymer in der elektrolumineszierenden Schicht wird auch als polyLED oder PLED bezeichnet.

- Eine derartige Vorrichtung hat den Nachteil, dass das in der elektrolumineszierenden Schicht erzeugte Licht diese zum Teil nicht auf kürzestem Wege in Richtung Betrachter
- 25 verlässt, sondern durch Totalreflexion an den Grenzflächen zwischen den einzelnen Schichten, beispielsweise an der Grenzfläche zwischen der transparenten Elektrode und dem Substrat, zu den äußeren Kanten der Vorrichtung gelangt. Bis zu 80 % des erzeugten Lichtes geht durch diese interne Totalreflexion verloren.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine elektrolumineszierende Vorrichtung auf Basis einer OLED bereitzustellen, die eine verbesserte Lichtauskopplung aufweist.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat, an das Substrat angrenzend eine kolloidale Schicht, an die kolloidale Schicht angrenzend einen Schichtkörper aus einer ersten Elektrode, einer elektrolumineszierenden Schicht und einer zweiten Elektrode aufweist.

10

Durch den Einbau der nicht-massiven, kolloidalen Schicht in die Schichtfolge einer elektrolumineszierenden Vorrichtung wird die Totalreflexion des emittierten Lichtes an der Grenze zu der angrenzenden kompakten Schicht gestört und es wird mehr Licht aus der elektrolumineszierenden Vorrichtung ausgekoppelt. Das Licht wird durch das

15 Substrat emittiert, weil die kolloidale Schicht die interne Totalreflexion stört und einen niedrigen Brechungsindex aufweist.

Durch die vorteilhafte Ausführungsform gemäß Anspruch 2 wird die Lichtauskopplung aus einer passiven elektrolumineszierenden Vorrichtung erhöht, da die Totalreflexion des emittierten Lichtes an der Grenze zu dem Substrat durch die kolloidale Schicht gestört wird.

20

Durch die vorteilhafte Ausführungsform gemäß Anspruch 3 wird die Lichtauskopplung in einer aktiven elektrolumineszierenden Vorrichtung erhöht.

25

Durch die vorteilhaften Ausführungen gemäß Anspruch 4 und Anspruch 5 wird gewährleistet, dass die kolloidale Schicht transparent für vertikal durchtretendes sichtbares Licht ist und dass keine nennenswerte Lichtstreuung, die den Kontrast unter Umgebungslicht vermindern würde, auftritt. Bei Verwendung von anorganischen Pigmenten als Partikel

30 in der kolloidalen Schicht wird nicht nur die Lichtauskopplung erhöht, sondern

zusätzlich kann die Emissionsfarbe der elektrolumineszierenden Vorrichtung geändert und der Tageslichtkontrast verbessert werden.

5 Durch die vorteilhafte Ausführungsform gemäß Anspruch 6 können die Partikel in der kolloidalen Schicht den Eigenschaften des Schichtkörpers, beispielsweise der Wellenlänge des von der elektrolumineszierenden Schicht emittierten Lichtes, angepasst werden.

10 Im folgenden soll anhand von zwei Figuren und drei Ausführungsbeispielen die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 im Querschnitt eine elektrolumineszierende Vorrichtung und

15 Fig. 2 im Ausschnitt eine weitere Ausführungsform einer elektrolumineszierenden Vorrichtung.

20 Gemäß Fig. 1 weist eine elektrolumineszierende Vorrichtung ein Substrat 1, vorzugsweise eine transparente Glasplatte oder eine transparente Polymerfolie, auf. Auf dem Substrat 1 ist eine kolloidale Schicht 2 aufgebracht, welche transparent für das von der elektrolumineszierenden Vorrichtung emittierte Licht ist. Die Schichtdicke der kolloidalen Schicht 2 beträgt vorzugsweise zwischen 300 und 5000 nm. Die kolloidale Schicht 2 enthält Partikel, deren Partikeldurchmesser vorzugsweise zwischen 1 und 400 nm liegt. Schichtdicke und Partikeldurchmesser werden jeweils so gewählt, dass keine nennenswerte Lichtstreuung durch diese Partikel auftritt.

25 An die kolloidale Schicht 2 grenzt ein Schichtkörper, welcher wenigstens eine erste, Elektrode 3, eine elektrolumineszierende Schicht 4 und eine zweite Elektrode 5 enthält. Die erste Elektrode 3 fungiert als Anode und die zweite Elektrode 5 fungiert als Kathode. Die Elektroden 3, 5 sind derart aufgebracht, dass sie ein zweidimensionales
30 Array bilden.

Die erste Elektrode 3 ist vorzugsweise transparent und kann beispielsweise p-dotiertes Silicium oder indium-dotiertes Zinnoxid (ITO) enthalten. Die zweite Elektrode 5 kann beispielsweise ein Metall wie Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, eine Legierung oder n-dotiertes Silicium enthalten. Es kann bevorzugt sein, dass die zweite Elektrode 5 zwei oder mehr leitfähige Schichten aufweist. Es kann insbesondere bevorzugt sein, dass die zweite Elektrode 5 eine erste Schicht aus einem Erdalkalimetall, wie beispielsweise Calcium oder Barium, und eine zweite Schicht aus Aluminium enthält.

- 10 Die elektrolumineszierende Schicht 4 kann ein licht-emittierendes Polymer oder kleine, organische Moleküle enthalten. Je nach Art des verwendeten Materials in der elektrolumineszierenden Schicht 4 werden die Vorrichtungen als LEPs (Light Emitting Polymers) bzw. auch als polyLEDs oder SMOLEDs (Small Molecule Organic Light Emitting Diodes) bezeichnet. Vorzugsweise enthält die elektrolumineszierende Schicht 15 4 ein lichtemittierendes Polymer. Als licht-emittierendes Polymer kann beispielsweise PPV oder ein substituiertes PPV, wie zum Beispiel dialkoxysubstituiertes PPV, verwendet werden.

- Alternativ kann der Schichtkörper zusätzliche Schichten wie beispielsweise eine 20 Löcher-transportierende Schicht und/oder eine Elektronen-transportierende Schicht aufweisen. Eine Löcher-transportierende Schicht ist zwischen der ersten Elektrode 3 und der elektrolumineszierenden Schicht 4 angeordnet. Eine Elektronen-transportierende Schicht befindet sich zwischen der zweiten Elektrode 5 und der elektrolumineszierenden Schicht 4. Beide Schichten enthalten vorzugsweise leitfähige Polymere. 25

- Die elektrolumineszierende Schicht 4 kann in mehrere Farbpixel, welche Licht in den Farben Rot, Grün und Blau emittieren, unterteilt sein. Zur Erzeugung von farbigem Licht kann das Material in der elektrolumineszierenden Schicht 4 mit fluoreszierenden Farbstoffen dotiert werden oder es wird ein entsprechend emittierendes Polymer als 30 Material in der elektrolumineszierende Schicht 4 verwendet. In einer anderen Aus-

führungsform wird in der elektrolumineszierenden Schicht 4 ein Polymer verwendet, welches Licht in einem breiten Wellenlängenbereich emittiert und durch Farbfilter wird aus diesem Licht, Licht in einer der drei Grundfarben rot, grün oder blau erzeugt.

- 5 Bei Anlegen einer entsprechenden Spannung, typischerweise einige Volt, an die Elektroden 3, 5 werden positive und negative Ladungsträger injiziert, die zur elektrolumineszierenden Schicht 4 wandern, dort rekombinieren und dabei Licht erzeugen. Dieses Licht gelangt durch die erste Elektrode 3, die kolloidale Schicht 2 und das Substrat 1 zum Betrachter. Ist die elektrolumineszierende Schicht 4 mit fluoreszierenden Farbstoffen dotiert, so regt das durch die Elektron-Loch-Rekombination erzeugte Licht die Farbstoffe an, welche wiederum Licht in einer der drei Grundfarben emittieren.

- 15 Eine kolloidale Schicht 2 ist eine Schicht, die aus Kolloiden bzw. einer kolloidalen Lösung hergestellt wurde. Kolloide bzw. kolloidale Lösungen sind heterogene Stoffsysteme, die sehr kleine im Lichtmikroskop nicht mehr sichtbare Partikel enthalten, die in einem flüssigen oder gasförmigen Medium verteilt sind. Diese Partikel sind durch ein sehr großes Verhältnis von Oberfläche zu Masse charakterisiert. Eine kolloidale Schicht 2 besteht demnach aus den sehr kleinen Partikeln, welche eine Größe zwischen 1 nm und 400 nm, vorzugsweise zwischen 10 und 200 nm, aufweisen, einer kolloidalen Lösung. Eine scharfe physikalisch-chemisch definierte Abgrenzung zwischen kolloidalen und „echten“ Lösungen existiert ebenso wenig wie zwischen kolloidalen Lösungen und sich absetzenden Suspensionen.

- 25 Die kolloidale Schicht 2 kann zum Beispiel Metalloxide wie beispielsweise SnO_2 , ZrO_2 oder CeO_2 enthalten. Die kolloidale Schicht 2 kann zum Beispiel auch SiO_2 enthalten. Alternativ kann die kolloidale Schicht 2 anorganische Pigmente enthalten. Es kann auch bevorzugt sein, dass die kolloidale Schicht 2 eine Kombination aus zwei oder mehr dieser Materialien enthält. Geeignete anorganische Pigmente sind beispielsweise $\text{CoO-Al}_2\text{O}_3$, Ultramarine, $\text{TiO}_2\text{-CoO-NiO-ZrO}_2$, $\text{CeO-Cr}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2\text{-ZnO-CoO-NiO}$, Fe_2O_3 , CdS-CdSe , TaON oder $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{TaO}_{2-x}\text{N}_{1+x}$ mit $0.3 \leq x \leq 1$. In einer

monochromen elektrolumineszierenden Vorrichtung kann es vorteilhaft sein, dass die kolloidale Schicht 2 ein gelbes Pigment wie $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{TaO}_{2-x}\text{N}_{1+x}$ mit $0.3 \leq x \leq 1$ enthält, um einen optimalen Tageslichtkontrast zu erzielen.

- 5 In einer als Farbbildschirm fungierenden elektrolumineszierenden Vorrichtung kann es vorteilhaft sein, dass die elektrolumineszierende Schicht 4 und die kolloidale Schicht 2 pixeliert sind. In dieser Ausführungsform befinden sich in einem Pixel der kolloidalen Schicht 2, welches gegenüber einem blau-emittierenden Farbpixel der elektrolumineszierenden Schicht 4 liegt, blaue Pigmente wie $\text{CoO-Al}_2\text{O}_3$ oder
- 10 Ultramarine, befinden sich in einem Segment der kolloidalen Schicht 2, welches gegenüber einem grün-emittierenden Farbpixel der elektrolumineszierenden Schicht 4 liegt, grüne Pigmente wie $\text{TiO}_2\text{-CoO-NiO-ZrO}_2$, $\text{CeO-Cr}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ oder $\text{TiO}_2\text{-ZnO-CoO-NiO}$ und in einem Pixel der kolloidalen Schicht 2, welches gegenüber einem rot-emittierenden Farbpixel der elektrolumineszierenden Schicht 4 liegt, befinden sich
- 15 rote Pigmente wie Fe_2O_3 , CdS-CdSe oder TaON .

Fig. 2 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform, in der nur die kolloidale Schicht 2 in Pixel unterteilt ist und die elektrolumineszierende Schicht 4 weißes Licht emittiert. Mit Hilfe der verschiedenen, farbigen Pigmente in der pixelförmigen, kolloidalen

20 Schicht 2 wird aus dem weißen Licht farbiges Licht erzeugt.

Zur Herstellung einer kolloidalen Schicht 2 werden zunächst wässrige, kolloidale Lösungen der Partikel hergestellt. Die Konzentration der Partikel in dieser Lösung beträgt vorzugsweise zwischen 3 und 10 Gew.-%. Zusätzlich können der Lösung

25 Zusätze beigemischt werden, die die Benetzungseigenschaften oder die Viskosität der wässrigen, kolloidalen Lösung erhöhen.

Die wässrige, kolloidale Lösung wird vorzugsweise mittels Spincoaten auf das Substrat 1 aufgebracht. Dabei kann es vorteilhaft sein, die wässrige, kolloidale Lösung durch

30 einen Membranfilter zu pressen, um Staub und andere partikuläre Verunreinigungen zu

entfernen. Das zu beschichtende Substrat 1 ist auf einem Spincoater befestigt und die wässrige, kolloidale Lösung wird bei 100 bis 1000 U/min auf das rotierenden Substrat 1 aufgebracht. Während der Rotation wird der Flüssigkeitsfilm mit einer Infrarotlampe getrocknet und anschließend wird das erhaltene, beschichtet Substrat 1 in einem Ofen
5 Temperaturen von 150 bis 180 °C ausgesetzt. Es wird eine transparente, fest auf dem Substrat 1 haftende kolloidale Schicht 2 erhalten.

Zur Herstellung einer pixelierten kolloidalen Schicht 2 kann beispielsweise ein „Lift Off“-Verfahren verwendet werden, wie es beispielsweise zur Herstellung einer
10 Schwarzmatrix in einer Kathodenstrahlröhre verwendet wird.

Die kolloidale Schicht 2 kann einen variierenden Brechungsindex aufweisen. Dazu wird der oben beschriebene Herstellungsprozess zwei oder mehrmals wiederholt und die wässrige, kolloidale Lösung weist jeweils eine andere Konzentrationen an Partikeln auf.
15 In dieser Ausführungsform ist es bevorzugt, dass der Brechungsindex in der kolloidalen Schicht 2 auf der dem Substrat 1 abgewandten Seite größer ist als auf der Seite, die an das Substrat 1 grenzt.

Nach Herstellung der kolloidalen Schicht 2 werden die Schichten des Schichtkörpers
20 mittels bekannter Verfahren aufgebracht und entsprechend ihrer Funktion strukturiert. Die fertige elektrolumineszierende Vorrichtung kann mit weiteren Schichten oder einem Gehäuse versehen werden, welche die Materialien der elektrolumineszierenden Vorrichtung vor mechanischer Belastung, Feuchtigkeit etc. schützen.

Alternativ kann sich die kolloidale Schicht 2 auch auf der von dem Substrat abgewandten Seite des Schichtkörpers befinden. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei einer aktiv angesteuerten elektrolumineszierenden Vorrichtung. In einer aktiv angesteuerten elektrolumineszierenden Vorrichtung weist die erste Elektrode 3 eine Pixelstruktur auf und jede einzelne Pixelstruktur wird durch mindestens zwei
30 Dünnschichttransistoren und einen Kondensator angesteuert. Die zur Ansteuerung der

pixelierten ersten Elektrode 3 benötigten Bauelemente sind in einer aktiven elektrolumineszierenden Vorrichtung auf dem Substrat 1 aufgebracht und an das Substrat 1 grenzt der Schichtkörper. Das in der elektrolumineszierenden Schicht 4 erzeugte Licht wird durch eine transparente zweite Elektrode 5 emittiert. Zur Erhöhung der Lichtauskopplung ist in einer aktiv angesteuerten elektrolumineszierenden Vorrichtung die kolloidale Schicht 2 auf dem Schichtkörper, angrenzend an die zweite Elektrode 2, aufgebracht.

Ausführungsbeispiel 1

10

Eine wässrige, kolloidale Lösung aus SiO_2 mit einer Konzentration von 5 Gew.-% an SiO_2 wurde hergestellt, in dem eine kolloidale Lösung von SiO_2 mit einem Partikeldurchmesser von 50 nm (Levasil[®] VPAC 4056) mit deionisiertem Wasser verdünnt wurde. Die erhaltene wässrige, kolloidale Lösung wurde durch einen Membranfilter mit 5 μm Porengröße filtriert. Eine 1.1 mm dicke Glasplatte als Substrat 1 wurde in einen Spincoater gespannt und mit der wässrigen, kolloidalen Lösung aus SiO_2 beschichtet. Das Substrat 1 wurde dabei bei 200 U/min rotiert und die Lösung wurde während der Rotation mit einer Infrarotlampe getrocknet. Anschließend wurde das beschichtete Substrat 1 in einem Ofen einer Temperatur von 150 °C ausgesetzt. Die Schichtdicke der gut auf dem Substrat 1 haftenden kolloidalen Schicht 2 aus SiO_2 betrug 200 nm.

20

Anschließend wurde auf die kolloidale Schicht 2 eine 140 nm dicke Schicht aus ITO als erste Elektrode 3 aufgebracht und strukturiert. Danach wurde zunächst eine 200 nm dicke Schicht aus Polyethylendioxythiophen (PDOT) als Löcher-leitende Schicht und anschließend wurde eine 80 nm dicke Schicht aus Poly(*p*-Phenylvinyl) (PPV) als elektrolumineszierende Schicht 4 aufgebracht. Auf die Schicht aus PPV wurde die zweite Elektrode 5 aus einer 5 nm dicke Schicht aus Ba und einer 200 nm dicken Schicht aus Al aufgebracht.

25

30

Ausführungsbeispiel 2

Es wurde analog zu Ausführungsbeispiel 1 eine elektrolumineszierende Vorrichtung hergestellt, welche in der kolloidalen Schicht 2 CeO_2 mit einem Partikeldurchmesser zwischen 10 und 20 nm enthält. Zur Herstellung der wässrigen, kolloidalen Lösung wurden 150 g eines 20 %igen CeO_2 -Sols (Nyacol[®] Ceria CeO_2 ACT) mit 52 g einer 10 %igen wässrigen Polyvinylalkohol-Lösung und 249 g deionisiertem Wasser versetzt. Die fertige kolloidale Schicht 2 hatte eine Schichtdicke von 1.5 μm .

10 Ausführungsbeispiel 3

Es wurde analog zu Ausführungsbeispiel 1 eine elektrolumineszierende Vorrichtung hergestellt, welche in der kolloidalen Schicht 2 $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{TaO}_{1.5}\text{N}_{1.5}$ mit einem Partikeldurchmesser von ungefähr 150 nm enthält. Zur Herstellung der wässrigen, kolloidalen Lösung wurde das Pigment in einer entsprechenden Menge deionisiertem Wasser suspendiert, in dem 2.5 Gew.-% bezogen auf $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{TaO}_{1.5}\text{N}_{1.5}$ anionischer Polyelektrolyt als Dispergiermittel gelöst war. Die kolloidale Lösung enthielt ferner 1.5 Gew.-% Polyvinylalkohol. Die fertige kolloidale Schicht 2 hatte eine Schichtdicke von 3 μm .

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat (1), eine kolloidale Schicht (2) und einen Schichtkörper aus einer ersten Elektrode (3), einer elektrolumineszierenden Schicht (4) und einer zweiten Elektrode (5) aufweist.
- 5 2. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die kolloidale Schicht (2) an das Substrat angrenzt und der Schichtkörper an die kolloidale Schicht (2) angrenzt.
- 10 3. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schichtkörper an das Substrat (1) grenzt und die kolloidale Schicht (2) an den Schichtkörper grenzt.
- 15 4. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die kolloidale Schicht (2) ein Material ausgewählt aus der Gruppe der Metalloxide, SiO₂, der anorganischen Pigmente und einer Kombination dieser Materialien enthält.
- 20 5. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialien eine Partikelgröße zwischen 1 und 400 nm aufweisen.

6. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die kolloidale Schicht eine pixelierte Schicht ist.

PHDE020161

1/1

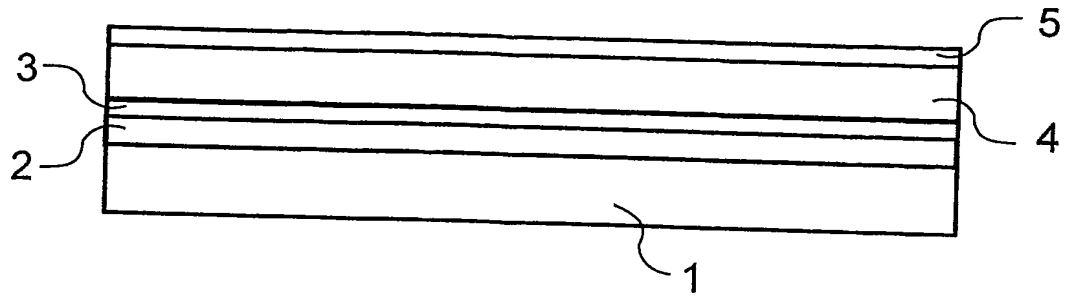


FIG. 1

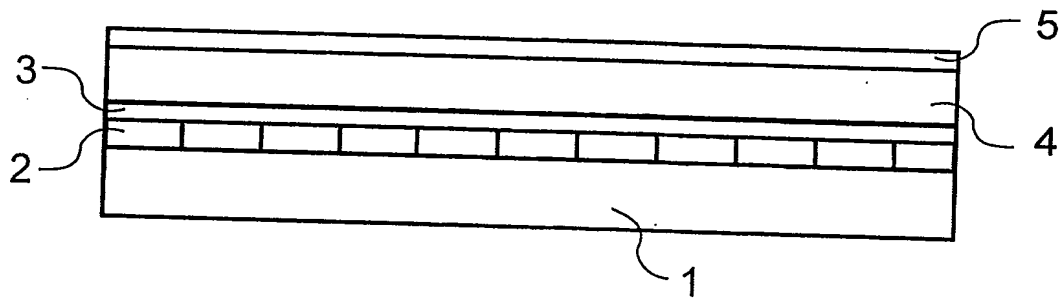


FIG. 2

ZUSAMMENFASSUNG

Elektrolumineszierende Vorrichtung mit verbesserter Lichtauskopplung

- 5 Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung, welche ein Substrat (1) und einen Schichtkörper aus einer ersten Elektrode (3), einer elektrolumineszierenden Schicht (4) und einer zweiten Elektrode (5) aufweist. Die Lichtauskopplung aus der elektrolumineszierenden Vorrichtung wird durch das Einbringen einer kolloidalen Schicht (2) zwischen Substrat (1) und Schichtkörper erhöht.

10

Durch Verwendung von Pigmenten in der kolloidalen Schicht (2) kann die Emissionsfarbe der elektrolumineszierende Vorrichtung geändert und der Tageslichtkontrast verbessert werden.

15 Fig. 1

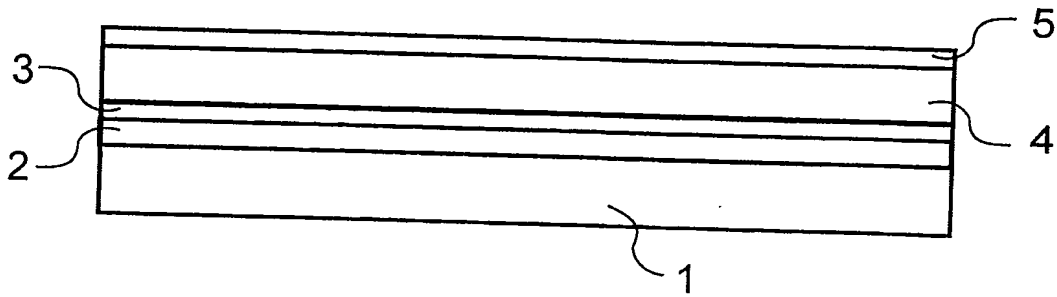


FIG. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.